

Neutrosophic Computing and Machine Learning {Número especial: 70 Años de Florentin Smarandache y 30 Años de la Teoría Neutrosófica: Legado e Impacto en el Pensamiento de América Latina}, Vol. 35, 2024

University of New Mexico



Teoría de grados extendidos. Una expansión de la teoría neutrosófica a través del análisis multidimensional en sistemas complejos

Extended degree theory. An expansion of neutrosophic theory through multidimensional analysis in complex systems

Yismandry González Vargas[1], and Diana Padrón Carrasco[2]

[1]Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador; yismandrygonzalezvargas@gmail.com
[2]Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas, Ecuador; padroncarrascodiana@gmail.com

Resumen. El presente artículo explora la expansión de la teoría neutrosófica tradicional a través de la introducción de nuevos grados multidimensionales, enriqueciendo así el análisis neutrosófico clásico. Partiendo de los conocidos grados de verdad, falsedad e indeterminación, se presentan los innovadores grados de relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, cada uno formalizado como un par de conjuntos que abarcan tanto el grado en sí mismo como su complemento. Este enfoque permite una evaluación más rica y detallada de fenómenos complejos, abriendo nuevas posibilidades para aplicaciones prácticas en el análisis multicriterio, el modelado de sistemas complejos, la resolución de conflictos y la evaluación temporal. Cada uno de estos grados adicionales aporta una dimensión única al análisis, proporcionando herramientas poderosas para abordar problemas complejos con una mayor precisión y profundidad. Por ejemplo, el grado de relevancia evalúa la significancia contextual de un hecho, mientras que el grado de confianza mide la certeza en la veracidad de la información. El grado de consenso es crucial en la evaluación de acuerdos entre múltiples fuentes, y el grado de complejidad resulta esencial en el estudio de problemas intrínsecamente complicados. La inclusión de estos grados no solo enriquece la teoría neutrosófica, sino que también ofrece una visión multifacética de la realidad, mejorando la capacidad de resolver problemas en diversos campos de estudio.

Palabras Clave: Teoría Neutrosófica, Grados, Relevancia, Confianza, Consenso, Complejidad, Influencia, Ambigüedad, Persistencia.

Abstract. This paper explores the expansion of traditional neutrosophical theory through the introduction of new multidimensional degrees, thus enriching classical neutrosophical analysis. Departing from the familiar degrees of truth, falsity, and indeterminacy, the innovative degrees of relevance, confidence, consensus, complexity, influence, ambiguity, and persistence are presented, each formalized as a pair of sets encompassing both the degree itself and its complement. This approach enables richer and more detailed evaluation of complex phenomena, opening up new possibilities for practical applications in multi-criteria analysis, complex systems modeling, conflict resolution, and temporal evaluation. Each of these additional degrees brings a unique dimension to the analysis, providing powerful tools for tackling complex problems with greater precision and depth. For example, the degree of relevance assesses the contextual significance of a fact, while the degree of confidence measures the certainty in the veracity of the information. The degree of consensus is crucial in the evaluation of agreements among multiple sources, and the degree of complexity is essential in the study of intrinsically complicated problems. The inclusion of these degrees not only enriches neutrosophical theory, but also offers a multifaceted view of reality, improving the ability to solve problems in a variety of situations.

Keywords: Neutrosophic Theory, Degrees, Relevance, Trust, Consensus, Complexity, Influence, Ambiguity, Persistence.

1. Introducción

La teoría neutrosófica, originalmente formulada para superar las limitaciones de la lógica clásica y difusa, ha demostrado ser una herramienta potente para abordar problemas con datos imprecisos, inconsistentes e incompletos. En su forma tradicional, la teoría neutrosófica se centra en tres grados fundamentales: verdad, falsedad e indeterminación. Sin embargo, el creciente nivel de complejidad en los sistemas modernos y la necesidad de una mayor precisión en el análisis han motivado la expansión de esta teoría mediante la introducción de grados adicionales, que permiten un enfoque más rico y multidimensional. En este artículo, presentamos la teoría de grados extendidos como una extensión de la neutrosofía [1]. Al añadir grados de relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, no solo se amplía el ámbito de aplicación de la teoría neutrosófica, sino que también se mejora su capacidad para modelar y resolver problemas complejos en diversos campos. Cada uno de estos grados se formaliza en términos de pares de conjuntos, uno que representa el grado en cuestión y otro su complemento, proporcionando una base matemática robusta para su implementación [2].

El grado de relevancia (R) se introduce para evaluar la significancia contextual de un hecho o dato dentro de un sistema específico. Este grado es crucial en escenarios donde la importancia relativa de los datos puede variar enormemente dependiendo del contexto. Por otro lado, el grado de confianza (C) mide la certeza o la veracidad de una información, un aspecto fundamental en cualquier análisis donde la precisión de los datos sea vital. Ambos grados, relevancia y confianza, ofrecen una perspectiva más detallada y precisa del fenómeno estudiado. El grado de consenso (S) se añade para cuantificar el nivel de acuerdo entre diferentes fuentes de información [3]. En entornos donde múltiples actores o sistemas están involucrados, como en las ciencias sociales o en la toma de decisiones empresariales, el consenso es un indicador clave de la validez de los datos. De manera similar, el grado de complejidad (X) evalúa la dificultad intrínseca de un problema, proporcionando una medida esencial para el análisis y la gestión de sistemas complicados.

El impacto potencial de un hecho o decisión en un sistema se mide mediante el grado de influencia (L). Este grado es especialmente útil en el análisis de redes y sistemas dinámicos donde las interacciones entre los componentes pueden tener efectos significativos [4]. La ambigüedad (M), otro grado introducido en esta expansión, cuantifica el nivel de incertidumbre o ambigüedad en una afirmación, permitiendo una evaluación más matizada de los datos imprecisos. Además, el grado de persistencia (P) se utiliza para medir la estabilidad o durabilidad de un hecho a lo largo del tiempo. Este grado es particularmente relevante en estudios longitudinales y en la evaluación de fenómenos temporales. Al formalizar estos grados adicionales como pares de conjuntos, se mantiene la consistencia matemática y se facilita su integración en la teoría neutrosófica existente [5]. La inclusión de estos grados extendidos no solo enriquece el análisis neutrosófico, sino que también abre nuevas vías para aplicaciones prácticas. Desde el análisis multicriterio hasta el modelado de sistemas complejos, la resolución de conflictos y la evaluación temporal, estos grados adicionales proporcionan una herramienta poderosa para abordar problemas con una mayor precisión y profundidad.

La teoría de grados extendidos pretende representar una extensión en la neutrosofía, tratando de ofrecer una visión más completa y multifacética de la realidad. Al mejorar la capacidad de modelar fenómenos complejos y proporcionar una base más sólida para el análisis de datos, esta expansión tiene el potencial de transformar significativamente la forma en que abordamos y resolvemos problemas en diversos campos.

2. Related Words

2.1 Teoría De Grados Extendidos. Necesidad De Una Expansión

La teoría neutrosófica, formulada por Florentin Smarandache, ha aportado una perspectiva novedosa al campo de la lógica al introducir una tercera dimensión, la indeterminación, a los tradicionales valores de verdad y falsedad. Esta teoría se fundamenta en la idea de que los datos y las proposiciones no siempre se ajustan a un esquema binario, sino que pueden presentar grados variables de verdad y falsedad. A pesar de sus avances, la teoría neutrosófica clásica enfrenta limitaciones notables cuando se aplica a problemas complejos y multifacéticos en contextos modernos [6]. La necesidad de extender esta teoría se hace evidente cuando se considera la creciente complejidad de los sistemas y la naturaleza intrínsecamente incierta de la información en diversas áreas del conocimiento. La teoría neutrosófica clásica proporciona una base sólida para el análisis de proposiciones que tienen una combinación de verdad, falsedad e indeterminación. Sin embargo, en escenarios donde la información se presenta con múltiples dimensiones y niveles de influencia, la simple triada de valores puede resultar insuficiente. Por ejemplo, en la gestión de emergencias, como la respuesta a desastres naturales, se necesita un enfoque que no solo contemple la verdad y la falsedad de los datos, sino que también evalúe su relevancia, consenso, confianza y impacto. Aquí es donde la teoría neutrosófica extendida ofrece un marco robusto.

La expansión de la teoría neutrosófica clásica con grados adicionales, como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia, permite una representación más rica y precisa de la realidad

Estos grados adicionales abordan aspectos que son cruciales para una evaluación integral y multidimensional [7]. Por ejemplo, en el análisis de información proveniente de múltiples fuentes durante una crisis, la capacidad de medir el grado de consenso y la confianza en cada fuente se convierte en una herramienta esencial para la toma de decisiones. Uno de los mayores desafíos de la teoría neutrosófica clásica es manejar la información ambigua y contradictoria en un contexto donde se requieren decisiones rápidas. Los grados extendidos permiten a los analistas no solo identificar la verdad o falsedad de una afirmación, sino también entender su relevancia en el contexto general, su impacto potencial, y la estabilidad de la situación a lo largo del tiempo. Este enfoque proporciona una base más sólida para la toma de decisiones en entornos altamente dinámicos y cambiantes.

La necesidad de esta extensión también se manifiesta en el campo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático. Los sistemas modernos deben procesar grandes volúmenes de datos imprecisos y a menudo contradictorios. La teoría neutrosófica extendida puede mejorar la capacidad de estos sistemas para manejar la incertidumbre y adaptarse a cambios, proporcionando una estructura más detallada para el análisis de datos y la inferencia. La inclusión de grados adicionales facilita la integración de información de diferentes fuentes y mejora la precisión de los modelos predictivos. En el ámbito científico, la teoría neutrosófica extendida ofrece un marco para el análisis de datos experimentales que a menudo presentan incertidumbres y variaciones. Los grados adicionales permiten una evaluación más matizada de los resultados experimentales y su impacto potencial en la teoría existente. Por ejemplo, en la investigación médica, donde los datos pueden ser incompletos o contradictorios, la capacidad de medir la confianza y el consenso entre diferentes estudios puede influir significativamente en la interpretación de los resultados.

La teoría neutrosófica clásica también enfrenta limitaciones en la modelización de sistemas complejos. La inclusión de grados como complejidad e influencia permite una representación más precisa de las interacciones y dependencias dentro de un sistema. Esto es crucial en campos como la ingeniería de sistemas y la gestión de proyectos, donde entender la complejidad y el impacto de cada componente es vital para el éxito del sistema en su totalidad. Un aspecto crucial de la teoría neutrosófica extendida es su capacidad para evaluar la persistencia y la ambigüedad a lo largo del tiempo. Esto permite una mejor gestión de la evolución de la información y de las situaciones a medida que se desarrollan. En el análisis de tendencias y la planificación a largo plazo, la capacidad de considerar cómo la información puede cambiar y cómo las decisiones pueden tener efectos prolongados es esencial para la formulación de estrategias efectivas. En conclusión, la necesidad de una extensión de la teoría neutrosófica clásica se vuelve evidente al enfrentar los desafíos de la información compleja y multidimensional en diversos campos. La incorporación de grados adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia proporciona una herramienta más completa para el análisis y la toma de decisiones Este enfoque extendido no solo mejora la capacidad de manejar la incertidumbre y la contradicción, sino que también permite una representación más precisa y detallada de la realidad.

La teoría neutrosófica clásica, aunque innovadora en su momento, enfrenta limitaciones cuando se aplica a problemas complejos y dinámicos. Su estructura tríadica, centrada en los grados de verdad, falsedad e indeterminación, ofrece una base sólida pero insuficiente para el análisis de fenómenos multifacéticos que requieren una evaluación más detallada y matizada. La extensión de la teoría neutrosófica se vuelve esencial para abordar estas limitaciones y proporcionar un marco más adecuado para la interpretación de la información en contextos modernos. La incorporación de grados adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia permite una evaluación más rica y completa de las proposiciones y los datos. Estos grados no solo mejoran la capacidad de manejar la incertidumbre, sino que también facilitan una mejor comprensión de la relevancia contextual, la fiabilidad de las fuentes y el impacto potencial de las decisiones. En el contexto de la gestión de emergencias y la inteligencia artificial, esta extensión ofrece una herramienta valiosa para el análisis y la toma de decisiones en entornos complejos.

El desafío de la teoría neutrosófica clásica en la gestión de información ambigua y contradictoria es abordado de manera efectiva por la teoría extendida. Al permitir una representación más detallada y multidimensional de la realidad, la teoría de grados extendidos supera las limitaciones de la triada clásica y proporciona un enfoque más robusto para la toma de decisiones rápidas y fundamentadas. La capacidad de evaluar el consenso y la confianza entre diferentes fuentes es particularmente crucial en situaciones donde la información es incierta y la toma de decisiones es crítica. En el campo de la inteligencia artificial, la teoría neutrosófica extendida ofrece una ventaja significativa al mejorar la capacidad de los sistemas para procesar y analizar datos imprecisos. La estructura más detallada facilita la integración de información de múltiples fuentes y mejora la precisión de los modelos predictivos, lo que es fundamental para el desarrollo de sistemas de aprendizaje automático más eficientes y adaptativos. Este avance tiene el potencial de transformar la forma en que los sistemas inteligentes manejan la incertidumbre y la variabilidad en los datos. En la investigación científica, la teoría extendida proporciona una herramienta valiosa para el análisis de datos experimentales que presentan incertidumbres y variaciones. La capacidad de medir la confianza y el consenso entre diferentes estudios permite una interpretación más precisa de los resultados y

facilita la integración de datos diversos en la formulación de teorías. Esto es esencial en campos como la medicina y la biología, donde la información incompleta o contradictoria es común.

La modelización de sistemas complejos también se beneficia de la teoría neutrosófica extendida. Al incluir grados como complejidad e influencia, esta teoría permite una representación más precisa de las interacciones y dependencias dentro de un sistema. Este enfoque es crucial para el éxito de la ingeniería de sistemas y la gestión de proyectos, donde comprender la complejidad y el impacto de cada componente es esencial para el rendimiento general del sistema. La capacidad de evaluar la persistencia y la ambigüedad a lo largo del tiempo es otro aspecto valioso de la teoría extendida. En el análisis de tendencias y la planificación a largo plazo, considerar cómo la información puede cambiar y cómo las decisiones pueden tener efectos prolongados permite una formulación de estrategias más efectiva y sostenible. Este aspecto es esencial para la toma de decisiones en contextos de evolución continua y cambio constante.

2.2. Introducción a la Teoría de Grados Extendidos.

La teoría de grados extendidos incorpora diversos grados adicionales, incluyendo relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia. Cada uno de estos grados permite una evaluación más detallada de las proposiciones y datos, proporcionando una visión más completa de la realidad que la ofrecida por la teoría neutrosófica clásica. Esta capacidad para manejar múltiples dimensiones de la información es especialmente útil en escenarios donde los problemas son intrínsecamente complejos y multifacéticos, como en la gestión de emergencias, el análisis de datos científicos y la inteligencia artificial.

Relevancia

El **grado de relevancia** evalúa la importancia o significancia de un hecho o afirmación dentro de un contexto específico. En un entorno donde la información puede ser extensa y variada, determinar qué datos son más pertinentes para una situación particular es esencial para una toma de decisiones efectiva. Por ejemplo, en una situación de crisis, la capacidad para distinguir entre información crítica y datos secundarios puede marcar la diferencia entre una respuesta exitosa y un fracaso.

Confianza

El **grado de confianza** mide la certeza en la veracidad de una información. Este grado es crucial cuando se maneja información proveniente de múltiples fuentes con diferentes niveles de fiabilidad. La evaluación de la confianza permite a los analistas ponderar las fuentes de información y tomar decisiones basadas en datos más robustos y confiables. En el campo de la investigación, esto significa integrar estudios con diferentes niveles de evidencia y evaluar cuál es más fiable para formular conclusiones.

Consenso

El **grado de consenso** mide el nivel de acuerdo entre diferentes fuentes sobre una afirmación o hecho. En situaciones donde la información proviene de varias fuentes, entender el grado de consenso puede ayudar a evaluar la validez de la información y reducir la incertidumbre. Por ejemplo, en el análisis de tendencias económicas, un alto grado de consenso entre economistas puede ofrecer una visión más sólida sobre las previsiones futuras.

Complejidad

El **grado de complejidad** evalúa la dificultad intrínseca de un problema o situación. Este grado es importante en la modelización de sistemas complejos, donde las interacciones entre componentes pueden ser difíciles de desentrañar. Al evaluar la complejidad, se puede ajustar el enfoque y los recursos necesarios para abordar problemas de manera más efectiva. En la ingeniería de sistemas, por ejemplo, entender la complejidad de las interacciones entre los diferentes componentes del sistema es crucial para su diseño y funcionamiento.

Influencia

El **grado de influencia** mide el impacto potencial de un hecho o decisión en el sistema en cuestión. Evaluar la influencia es fundamental para la planificación y la toma de decisiones estratégicas, ya que permite anticipar las

consecuencias de diferentes acciones. En la gestión de proyectos, comprender la influencia de cada decisión en el resultado final ayuda a priorizar tareas y asignar recursos de manera más efectiva.

Ambigüedad

El **grado de ambigüedad** mide la incertidumbre inherente en una afirmación o dato. La ambigüedad puede surgir debido a la falta de información o a la naturaleza vagamente definida de ciertos conceptos. Evaluar la ambigüedad permite ajustar las estrategias de análisis y mitigación de riesgos. En la comunicación científica, por ejemplo, entender y gestionar la ambigüedad en los resultados experimentales es esencial para una interpretación precisa y útil.

Persistencia

El **grado de persistencia** mide la estabilidad o permanencia de un hecho a lo largo del tiempo. Este grado es útil para evaluar cómo las condiciones pueden cambiar y qué impacto tiene esto en la toma de decisiones a largo plazo. En el análisis de políticas públicas, por ejemplo, entender la persistencia de ciertos efectos o condiciones ayuda a formular estrategias sostenibles y efectivas a lo largo del tiempo.

La teoría de grados extendidos proporciona un marco más completo para el análisis de situaciones y datos complejos al incorporar múltiples dimensiones adicionales. Esta expansión ofrece varias ventajas. La capacidad de evaluar grados adicionales permite una comprensión más matizada de la realidad y una toma de decisiones más informada en contextos donde la información es incierta y multifacética. En términos prácticos, la teoría de grados extendidos mejora la capacidad de integrar y analizar datos provenientes de diversas fuentes. La evaluación de la relevancia, confianza y consenso proporciona una base sólida para priorizar y validar la información, mientras que la consideración de complejidad e influencia ayuda a entender las implicaciones de las decisiones. La gestión de la ambigüedad y la persistencia permite adaptar las estrategias a medida que evolucionan las circunstancias y la información disponible. La aplicación de esta teoría en campos como la gestión de emergencias, la investigación científica y la inteligencia artificial demuestra su utilidad y versatilidad. En la gestión de emergencias, por ejemplo, la capacidad de evaluar la relevancia y la confianza en la información puede mejorar la respuesta y la coordinación. En la investigación científica, la integración de grados como ambigüedad y persistencia ayuda a interpretar resultados y a desarrollar teorías más robustas. En la inteligencia artificial, los grados extendidos facilitan la integración de datos y la mejora de modelos predictivos.

Incorporar estos grados adicionales podría proporcionar una herramienta aún más poderosa para analizar y resolver problemas complejos, ofreciendo una visión más rica y multidimensional de la realidad.

1. **Grado de Relevancia (R):**
   - R(A): El grado en que un conjunto A es relevante en el contexto dado.
   - $R^{-}(A)$: El grado en que un conjunto A no es relevante.
2. **Grado de Confianza (C):**
   - C(A): El grado de confianza en la veracidad del conjunto A.
   - $C^{-}(A)$: El grado de desconfianza en el conjunto A.
3. **Grado de Consenso (S):**
   - S(A): El grado de consenso sobre el conjunto A entre diferentes fuentes.
   - $S^{-}(A)$: El grado de disenso o desacuerdo sobre el conjunto A.
4. **Grado de Complejidad (X):**
   - X(A): El grado de complejidad del conjunto A.
   - $X^{-}(A)$: El grado de simplicidad del conjunto A.
5. **Grado de Influencia (L):**
   - L(A): El grado de influencia del conjunto A en el sistema.
   - $L^{-}(A)$: El grado de no influencia del conjunto A.
6. **Grado de Ambigüedad (M):**
   - M(A): El grado de ambigüedad del conjunto A.
   - $M^{-}(A)$: El grado de claridad del conjunto A.

7. Grado de Persistencia (P):

- P(A): El grado de persistencia del conjunto A a lo largo del tiempo.
- $P^{-}(A)$: El grado de transitoriedad del conjunto A.

Formalización

Cada uno de estos grados puede ser representado por un par de conjuntos, donde el primer elemento representa el grado en sí y el segundo elemento su complemento. O interacciones entre ellos.

2.3. Relación con los Campos de la Neutrosofía.

La teoría de grados extendidos propuesta amplía el enfoque neutrosófico tradicional, permitiendo una mayor profundidad y matices en el análisis de problemas complejos. A continuación, se presenta cómo se relacionan estos nuevos grados con los diferentes campos de la neutrosofía y cómo se integran en ella a partir de sus componentes fundamentales: verdad (T), falsedad (F) e indeterminación (I).

1. **Lógica Neutrosófica**:
   - **Grado de Relevancia (R)**:
     - En la lógica neutrosófica, el grado de relevancia puede ser utilizado para priorizar afirmaciones y reglas según su importancia en un contexto dado. Esto permite un enfoque más dirigido y eficiente en la resolución de problemas lógicos.
   - **Grado de Confianza (C)**:
     - Este grado puede ayudar a evaluar la fiabilidad de las premisas y conclusiones dentro de un sistema lógico, tomando en cuenta la certeza y la metodología subyacente.
2. **Conjuntos Neutrosóficos**:
   - **Grado de Consenso (S)**:
     - En el contexto de conjuntos neutrosóficos, el grado de consenso puede medir el acuerdo entre diferentes conjuntos de datos o expertos, lo cual es útil para la validación y verificación de modelos.
   - **Grado de Complejidad (X)**:
     - Este grado ayuda a identificar y manejar la complejidad intrínseca de los conjuntos, facilitando la creación de modelos más precisos y detallados.
3. **Probabilidad Neutrosófica**:
   - **Grado de Influencia (L)**:
     - En la probabilidad neutrosófica, este grado puede evaluar el impacto de eventos y decisiones en el sistema probabilístico, mejorando la precisión en la predicción y análisis de riesgos.
   - **Grado de Ambigüedad (M)**:
     - Este grado es crucial para manejar la ambigüedad en la probabilidad, ayudando a cuantificar la incertidumbre y las posibles variaciones en las interpretaciones de datos probabilísticos.
4. **Estadística Neutrosófica**:
   - **Grado de Persistencia (P)**:
     - En la estadística neutrosófica, el grado de persistencia evalúa la estabilidad temporal de los datos, ayudando a diferenciar entre tendencias transitorias y permanentes en los análisis estadísticos.
     - Integración de los Componentes de la Teoría Neutrosófica

Componentes Fundamentales:

- **Verdad (T)**
- **Falsedad (F)**
- **Indeterminación (I)**

Integración de Nuevos Grados:

1. **Verdad (T)**:
   - **Relevancia (R)**: La verdad de una afirmación puede ponderarse según su relevancia en el contexto específico, aumentando la precisión del análisis.
   - **Confianza (C)**: La certeza de una verdad puede evaluarse en función del grado de confianza en la fuente o metodología que la respalda.

2. **Falsedad (F)**:
   - **Ambigüedad (M)**: La falsedad puede matizarse con el grado de ambigüedad, permitiendo identificar áreas donde la falsedad no es absoluta sino sujeta a interpretaciones.
   - **Complejidad (X)**: La complejidad puede influir en la identificación de la falsedad, considerando múltiples variables y sus interrelaciones.

3. **Indeterminación (I)**:
   - **Consenso (S)**: La indeterminación puede reducirse o gestionarse mediante el grado de consenso, alineando opiniones y datos divergentes.
   - **Persistencia (P)**: La indeterminación también puede evaluarse en términos de persistencia, diferenciando entre situaciones transitorias e indeterminaciones más estables.

Aplicaciones Prácticas:

1. **Análisis Multicriterio**:
   - Utilizando los grados extendidos, se pueden evaluar alternativas en la toma de decisiones considerando múltiples dimensiones (relevancia, confianza, consenso, etc.).

2. **Modelado de Sistemas Complejos**:
   - Los grados de complejidad e influencia permiten modelar y analizar sistemas multifactoriales, mejorando la comprensión de sus dinámicas y comportamientos.

3. **Resolución de Conflictos**:
   - El grado de consenso y ambigüedad son útiles para manejar y resolver conflictos, evaluando el acuerdo entre partes interesadas y la claridad de las afirmaciones.

4. **Evaluación Temporal**:
   - La persistencia y relevancia permiten analizar cómo factores y datos cambian a lo largo del tiempo, ayudando a identificar tendencias y patrones duraderos.

Ejemplo Práctico de Integración:

Supongamos que estamos analizando la viabilidad de una política pública utilizando datos de diversos estudios y opiniones de expertos.

- **Relevancia (R)**: Prioriza estudios recientes y relevantes.
- **Confianza (C)**: Considera la fiabilidad de las fuentes.
- **Consenso (S)**: Evalúa el acuerdo entre expertos.
- **Complejidad (X)**: Maneja la complejidad del análisis multifactorial.
- **Influencia (L)**: Mide el impacto potencial de la política.
- **Ambigüedad (M)**: Identifica áreas de interpretación variada.
- **Persistencia (P)**: Evalúa la estabilidad de los datos a lo largo del tiempo.

Este enfoque proporciona una visión más completa y robusta, permitiendo tomar decisiones informadas y efectivas basadas en un análisis multidimensional y detallado.

3. Modo de vinculación con los métodos clásicos neutrosóficos (Método Multicriterio Neutrosófico).

Identificación del Problema:

- Determinar claramente el problema o la decisión que necesita ser tomada.

Selección de Criterios:

- Definir los criterios relevantes para evaluar las alternativas. Estos criterios pueden incluir grados de verdad, falsedad, indeterminación, relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia.

2. Recopilación de Datos y Evaluación de Alternativas

Recopilación de Datos:

- Recopilar datos y opiniones de expertos para cada criterio definido.

Evaluación de Alternativas:

- Evaluar cada alternativa en función de los criterios seleccionados, utilizando los grados neutrosóficos y extendidos.

3. Asignación de Grados Neutrosóficos y Extendidos

Asignación de Grados:

- Asignar a cada alternativa grados de verdad (T), falsedad (F) e indeterminación (I) para cada criterio.
- Asignar grados extendidos como relevancia (R), confianza (C), consenso (S), complejidad (X), influencia (L), ambigüedad (M) y persistencia (P).

Representación Formal:

- Representar estos grados en pares conjuntos:
- (Ti, T¯i)
- (Fi, F¯i)
- (Ii, I¯i)
- (Ri, R¯i)
- (Ci, C¯i)
- (Si, S¯i)
- (Xi, X¯i)
- (Li, L¯i)
- (Mi, M¯i)
- (Pi, P¯i)

4. Agregación de los Grados

Agregación de Grados Neutrosóficos:

- Utilizar técnicas de agregación neutrosófica para combinar los grados de verdad, falsedad e indeterminación de cada criterio.

Agregación de Grados Extendidos:

- Utilizar técnicas de agregación adecuadas para combinar los grados extendidos. Por ejemplo, se puede utilizar la suma ponderada, la media geométrica o técnicas de agregación fuzzy.

5. Evaluación y Comparación de Alternativas

Cálculo del Valor Global:

- Calcular un valor global neutrosófico para cada alternativa, combinando los grados de verdad, falsedad e indeterminación agregados con los grados extendidos.

Comparación de Alternativas:

- Comparar los valores globales neutrosóficos de las diferentes alternativas para identificar la más adecuada.

6. Toma de Decisiones

Selección de la Mejor Alternativa:

- Basándose en los valores globales neutrosóficos y extendidos, seleccionar la alternativa que maximice los grados positivos (verdad, relevancia, confianza, consenso, influencia, persistencia) y minimice los grados negativos (falsedad, complejidad, ambigüedad).

Validación y Sensibilidad:

- Realizar un análisis de sensibilidad para verificar la robustez de la decisión ante cambios en los pesos de los criterios o en los valores de los grados.

4.1. Como Obtener Los Valores De Los Grados Extendidos.

Obtener los valores de los grados extendidos y aplicarlos en un contexto neutrosófico implica el uso de métodos avanzados de evaluación y análisis. A continuación, se explica un proceso general para obtener estos valores:

Paso 1: Definir los Criterios y Subcriterios

Primero, defina claramente los criterios y subcriterios que serán evaluados. Por ejemplo, si está evaluando proveedores, podría tener criterios como Calidad del producto, Costo, Tiempo de entrega, Servicio postventa, y Flexibilidad.

Paso 2: Recolectar Datos de Evaluación

Recolecte datos de evaluación para cada criterio y subcriterio. Estos datos pueden ser obtenidos a través de encuestas, entrevistas, registros históricos, o cualquier otra fuente relevante.

Paso 3: Normalizar los Datos

Para facilitar la comparación y el cálculo, normalice los datos obtenidos. Esto puede implicar la conversión de todas las métricas a una escala común (por ejemplo, de 0 a 1).

Paso 4: Aplicar Métodos de Evaluación Extendida

Utilice métodos de evaluación extendida para obtener los grados extendidos. Esto puede incluir técnicas estadísticas avanzadas, métodos de inteligencia artificial, o análisis basado en la experiencia. Aquí hay algunas técnicas que se pueden usar:

1. Análisis de Componentes Principales (PCA): Se utiliza para reducir la dimensionalidad y obtener factores principales que pueden servir como grados extendidos.
2. Métodos de Agrupamiento (Clustering): Se puede usar para identificar patrones y asignar grados extendidos basados en grupos identificados.
3. Métodos de Regresión: Pueden ayudar a identificar relaciones entre variables y asignar grados extendidos basados en estas relaciones.
4. Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA): Herramientas como AHP (Analytic Hierarchy Process) o TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) pueden ser usadas para evaluar y asignar grados extendidos.

4.2. Ejemplo Concreto De Aplicación.

Para integrar la teoría de grados extendidos con los grados clásicos en el método neutrosófico multicriterio, sumaremos los valores de verdad clásicos (T) con los grados extendidos para proporcionar una evaluación completa [9].

Para ilustrar el uso del método neutrosófico multicriterio, consideremos un ejemplo en el contexto de la selección de un proveedor para una empresa. Supongamos que la empresa está evaluando tres proveedores (A, B y C) basándose en varios criterios importantes. Los criterios considerados son:

Paso 1: Definir las Matrices de Decisión Neutrosóficas Extendidas

Proveedor A

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.5	0.75
Costo	0.6	0.2	0.2	0.8	0.7	0.6	0.5	0.75	0.6	0.65
Tiempo de entrega	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.4	0.7

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Servicio postventa	0.9	0.05	0.05	0.95	0.85	0.75	0.65	0.9	0.5	0.8
Flexibilidad	0.5	0.3	0.2	0.7	0.6	0.5	0.4	0.65	0.6	0.6

Proveedor B

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Costo	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.4	0.75
Tiempo de entrega	0.6	0.3	0.1	0.75	0.65	0.55	0.45	0.7	0.6	0.6
Servicio postventa	0.7	0.2	0.1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.75	0.45	0.7
Flexibilidad	0.6	0.3	0.1	0.7	0.6	0.5	0.4	0.65	0.55	0.65

Proveedor C

Criterio	T	I	F	R	C	S	X	L	M	P
Calidad del producto	0.9	0.05	0.05	0.95	0.9	0.8	0.7	0.9	0.4	0.85
Costo	0.7	0.2	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Tiempo de entrega	0.8	0.1	0.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.85	0.45	0.75
Servicio postventa	0.8	0.1	0.1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.8	0.5	0.7
Flexibilidad	0.7	0.2	0.1	0.75	0.65	0.55	0.45	0.7	0.55	0.65

Paso 2: Evaluar los Criterios y Asignar Pesos

Asignamos pesos a cada criterio según su importancia relativa:

- WC1: Calidad del producto = 0.3
- WC2: Costo = 0.25
- WC3: Tiempo de entrega = 0.2
- WC4: Servicio postventa = 0.15
- WC5: Flexibilidad = 0.1

Paso 3: Calcular las Puntuaciones Neutrosóficas Extendidas

Para cada criterio y proveedor, sumamos el valor neutrosófico clásico (T) con la media aritmética de los grados extendidos (R, C, S, X, L, M, P) y calculamos la puntuación agregada.

Fórmula General

$$Vext = \mathrm{T} + \frac{\mathrm{R(A)+C(A)+S(A)+X(A)+L(A)+M(A)+P(A)}}{7} \quad (1)$$

Utilizar técnicas de agregación adecuadas para combinar los grados extendidos. Por ejemplo, se puede utilizar la suma ponderada, la media geométrica o técnicas de agregación fuzzy.

Cálculos para el Proveedor A

1. $\text{Calidad del producto Vext(CalidadA)} = 0.8 + \frac{0.9+0.8+0.7+0.6+0.85+0.5+0.75}{7} = 1.5286$

2. $\text{Costo Vext(CostoA)} = 0.6 + \frac{0.8+0.7+0.6+0.5+0.75+0.6+0.65}{7} = 1.2571$

3. $\text{Tiempo de entrega Vext(TiempoA)} = 0.7 + \frac{0.85+0.75+0.65+0.55+0.8+0.4+0.7}{7} = 1.3714$

4. $\text{Servicio postventa Vext(ServicioA)} = 0.9 + \frac{0.95+0.85+0.75+0.65+0.9+0.5+0.8}{7} = 1.6714$

5. $\text{Flexibilidad Vext(FlexibilidadA)} = 0.5 + \frac{0.7+0.6+0.5+0.4+0.65+0.6+0.6}{7} = 1.0857$

Puntuación Agregada para el Proveedor A

S(A)= (0.3·1.5286) +(0.25·1.2571) +(0.2·1.3714) +(0.15·1.6714) +(0.1·1.0857)

S(A)=0.4586+0.3143+0.2743+0.2507+0.1086

S (A)=1.4065

Utilizando las mismas formulas y procedimientos procedemos con los proveedores B y C:

Cálculos para el Proveedor B

1. Calidad del producto Vext (Calidad B) =1.3857
2. Costo Vext (Costo B) = 1.5143
3. Tiempo de entrega Vext (Tiempo B) = 1.2143
4. Servicio postventa Vext (Servicio B) = 1.3429
5. Flexibilidad Vext (Flexibilidad B) = 1.1857

Puntuación Agregada para el Proveedor B
S(B)=(0.3·1.3857)+(0.25·1.5143)+(0.2·1.2143)+(0.15·1.3429)+(0.1·1.1857)
S(B) = 0.4157 + 0.3786 + 0.2429 + 0.2014 + 0.1186
S(B)=1.3572

Cálculos para el Proveedor C

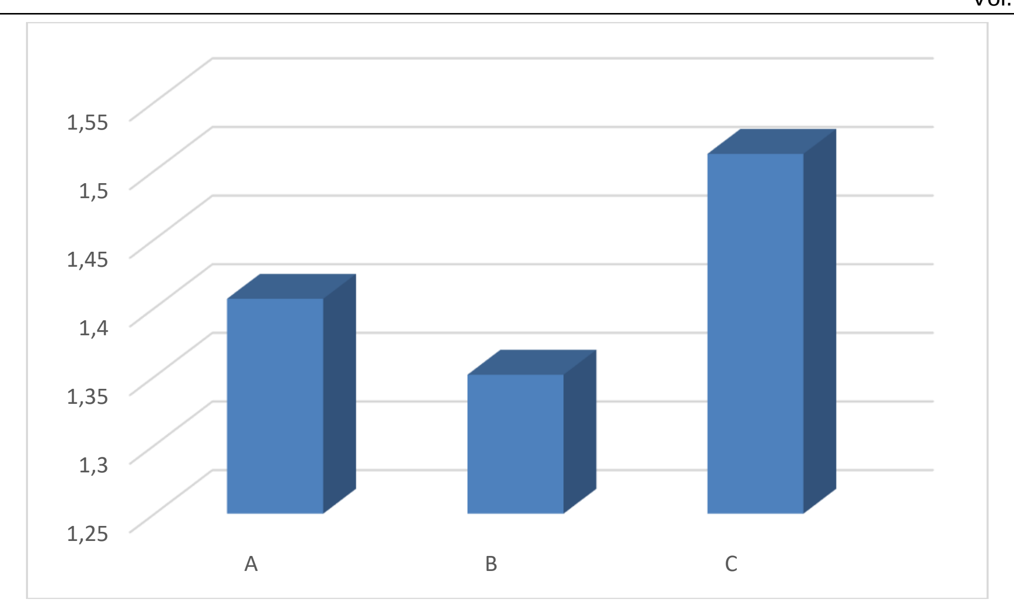
1. Calidad del producto Vext (Calidad C) = 1.6857
2. Costo Vext (Costo C) = 1.3857
3. Tiempo de entrega Vext (Tiempo C) = 1.5286
4. Servicio postventa Vext (Servicio C) = 1.4857
5. Flexibilidad Vext (Flexibilidad C) = 1.3143

Puntuación Agregada para el Proveedor C
S(C)=(0.3·1.6857)+(0.25·1.3857)+(0.2·1.5286)+(0.15·1.4857)+(0.1·1.3143)
S(C) = 0.5057 + 0.3464 + 0.3057 + 0.2229 + 0.1314
S(C) =1.5121

Paso 4: Interpretación de Resultados

Los resultados indican la puntuación neutrosófica extendida agregada de cada proveedor, considerando tanto los grados clásicos como los grados extendidos:

- Proveedor A: 1.4065
- Proveedor B: 1.3572
- Proveedor C: 1.5121



5. Algunas Aplicaciones en Diferentes Campos Científicos.

1. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

- Evaluación de Modelos: Usar grados de confianza y relevancia para evaluar y seleccionar modelos de aprendizaje automático, considerando no solo su precisión, sino también su aplicabilidad y fiabilidad.
- Interpretabilidad de Modelos: Aplicar grados de complejidad y ambigüedad para mejorar la interpretabilidad de los modelos, identificando cuáles son más comprensibles y menos propensos a comportamientos inesperados.

2. Medicina y Ciencias de la Salud

- Diagnóstico Médico: Integrar grados de relevancia, confianza y consenso para mejorar la precisión de diagnósticos, considerando la relevancia de síntomas y la confianza en diferentes pruebas diagnósticas.
- Tratamientos Personalizados: Usar grados de influencia y persistencia para diseñar tratamientos personalizados, evaluando el impacto y la durabilidad de diferentes opciones terapéuticas.

3. Economía y Ciencias Sociales

- Análisis de Políticas: Utilizar grados de relevancia y consenso para evaluar políticas públicas, considerando la importancia de diferentes factores y el nivel de acuerdo entre expertos.
- Predicción Económica: Aplicar grados de complejidad y ambigüedad para mejorar modelos de predicción económica, identificando variables críticas y gestionando la incertidumbre en los datos económicos.

4. Ingeniería y Ciencias Aplicadas

- Diseño de Sistemas Complejos: Usar grados de complejidad e influencia para diseñar sistemas complejos, evaluando la interconexión de componentes y su impacto en el rendimiento del sistema.
- Gestión de Proyectos: Integrar grados de persistencia y relevancia para la gestión de proyectos, priorizando tareas y recursos según su relevancia a largo plazo y su impacto en el éxito del proyecto.

5. Ciencias Ambientales

- Evaluación de Impacto Ambiental: Utilizar grados de influencia y persistencia para evaluar el impacto de proyectos ambientales, considerando tanto el impacto inmediato como el a largo plazo.

- Gestión de Recursos Naturales: Aplicar grados de relevancia y complejidad para gestionar recursos naturales, evaluando la importancia de diferentes recursos y la interrelación entre ellos.

Interacciones entre Grados

1. Relevancia y Confianza

- Validación de Datos: En proyectos científicos, la relevancia de los datos se puede combinar con la confianza en su precisión para determinar qué datos deben ser priorizados en el análisis.
- Investigación Científica: En la investigación, se puede evaluar la relevancia de una hipótesis junto con la confianza en los métodos utilizados para probarla.

2. Complejidad y Ambigüedad

- Desarrollo de Algoritmos: En el desarrollo de algoritmos, se puede considerar la complejidad del algoritmo y la ambigüedad de los resultados para balancear rendimiento y claridad.
- Resolución de Problemas: En la resolución de problemas, un enfoque que considere tanto la complejidad del problema como la ambigüedad de la información disponible puede mejorar la calidad de las soluciones.

3. Consenso y Influencia

- Toma de Decisiones en Grupos: En decisiones grupales, combinar el grado de consenso con el grado de influencia de diferentes miembros puede ayudar a llegar a decisiones más equilibradas y efectivas.
- Políticas Públicas: En la formulación de políticas, se puede considerar el consenso entre expertos y la influencia de diferentes factores para diseñar políticas más efectivas y aceptadas.

4. Persistencia y Relevancia

- Planificación Estratégica: En la planificación estratégica, considerar la persistencia de tendencias y la relevancia de factores críticos puede mejorar la sostenibilidad de las estrategias.
- Conservación Ambiental: En la conservación ambiental, evaluar la persistencia de especies o hábitats y su relevancia ecológica puede ayudar a priorizar esfuerzos de conservación.
- Basándose en las puntuaciones agregadas, el Proveedor C es el mejor candidato con una puntuación de 1.5121, seguido por el Proveedor A con 1.4065 y el Proveedor B con 1.3572. Esto confirma que el Proveedor C tiene la mejor combinación de calidad del producto, costo, tiempo de entrega, servicio postventa y flexibilidad, considerando tanto los grados clásicos como los grados extendidos en la evaluación.

Este ejemplo demuestra cómo la integración de la teoría de grados extendidos con los grados clásicos en el método neutrosófico multicriterio puede proporcionar una evaluación más completa y precisa, manejando múltiples aspectos y dimensiones de los criterios evaluados.

Conclusión

En el contexto de la teoría de grados extendidos, se ha demostrado que la expansión de la teoría neutrosófica mediante un análisis multidimensional puede ofrecer perspectivas novedosas y enriquecedoras para la comprensión de sistemas complejos. La incorporación de dimensiones adicionales como relevancia, confianza, consenso, complejidad, influencia, ambigüedad y persistencia permite una evaluación más detallada y matizada de fenómenos que, de otro modo, podrían quedar encapsulados en interpretaciones reduccionistas. Esta ampliación teórica no solo afina la capacidad de modelar la incertidumbre y la imprecisión inherente a los sistemas complejos, sino que también abre nuevas vías para el desarrollo de metodologías analíticas y de toma de decisiones. El análisis multidimensional propuesto ofrece una ventaja significativa al considerar simultáneamente múltiples aspectos interrelacionados que afectan el comportamiento y la evolución de los sistemas estudiados. La introducción de estas dimensiones permite no solo un entendimiento más profundo de la estructura y dinámica de los sistemas complejos, sino también una mejor apreciación de cómo las interacciones entre las diversas dimensiones afectan el resultado

general. La capacidad de descomponer la complejidad en sus componentes fundamentales contribuye a una visión más clara y detallada de los fenómenos en cuestión, facilitando así la formulación de teorías más robustas y aplicables.

Una de las aportaciones cruciales de esta investigación radica en la incorporación de la dimensión de ambigüedad, que desafía las nociones tradicionales de certeza en el análisis de sistemas complejos. La ambigüedad, al ser considerada un factor integral en la evaluación, revela cómo la falta de precisión y la variabilidad en la interpretación de datos pueden influir de manera significativa en las conclusiones y recomendaciones derivadas del análisis. Este enfoque amplía la comprensión del papel de la incertidumbre en la modelización y gestión de sistemas complejos, subrayando la necesidad de estrategias adaptativas y flexibles. Además, la dimensión de persistencia aporta una perspectiva temporal que es crucial para la evaluación de la estabilidad y durabilidad de los sistemas complejos. La capacidad de examinar cómo las características y comportamientos del sistema evolucionan a lo largo del tiempo proporciona una base sólida para prever y gestionar posibles cambios y adaptaciones. Este enfoque dinámico permite una comprensión más completa de la resiliencia y la evolución de los sistemas, proporcionando a los investigadores y profesionales herramientas valiosas para la planificación y la toma de decisiones a largo plazo. El análisis de la influencia y el consenso dentro del marco de grados extendidos proporciona una visión integral de cómo las interacciones entre los componentes del sistema pueden moldear los resultados y las conclusiones. La consideración de estas dimensiones permite una evaluación más matizada de las dinámicas de poder y la cohesión entre los actores implicados, lo que es fundamental para una comprensión profunda de los procesos de toma de decisiones y la gestión de sistemas complejos. En términos de aplicabilidad práctica, la teoría de grados extendidos ofrece una metodología robusta para la evaluación y el análisis de sistemas complejos en una variedad de campos, desde la ingeniería hasta las ciencias sociales. La integración de múltiples dimensiones en el análisis permite una adaptación más efectiva a las condiciones cambiantes y a los desafíos emergentes, haciendo que esta teoría sea una herramienta valiosa para abordar problemas complejos y multifacéticos.

A medida que la investigación en esta área continúa avanzando, es esencial que se realicen estudios adicionales para explorar en profundidad las interacciones entre las dimensiones propuestas y su impacto en la modelización de sistemas complejos. La validación empírica y la aplicación práctica de los conceptos desarrollados serán cruciales para consolidar y expandir el alcance de la teoría de grados extendidos. En conclusión, la teoría de grados extendidos representa un avance significativo en la expansión y aplicación de la teoría neutrosófica. La capacidad de incorporar y analizar múltiples dimensiones en el estudio de sistemas complejos no solo mejora la precisión y la profundidad del análisis, sino que también proporciona un marco más flexible y adaptativo para abordar los desafíos contemporáneos en diversos campos de investigación y práctica. La continua evolución y refinamiento de esta teoría prometen enriquecer aún más nuestra comprensión de los sistemas complejos y su comportamiento.

Referencias

[1] Smarandache, F. (2022). La estadística neutrosófica es una extensión de la estadística de intervalo, mientras que la estadística plitogénica es la forma más general de estadística (segunda versión). Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas (IJNS), 19, 148-165.

[2] Smarandache, F. (2022). La estadística neutrosófica es una extensión de la estadística de intervalo, mientras que la estadística plitogénica es la forma más general de estadística (tercera versión). Boletín de Ciencias Puras y Aplicadas-Matemáticas y Estadística, 41, 172-183.

[3] Smarandache, F. (2021). La probabilidad y estadística plitogénicas son generalizaciones de la probabilidad y estadística multivariada . Conjuntos y sistemas neutrosóficos, 4 3 , 2 80-2 89 .

[4] Smarandache, F. (2022). Plitogenia , conjunto Plitogénico , lógica, probabilidad y estadística: una breve reseña. Revista de Ingeniería Computacional y Cognitiva, 1, 47-50.

[5] Priyadharshini, SP e Irudayam , FN (2023). Un análisis de la obesidad en escolares durante la pandemia de COVID-19 utilizando conjuntos difusos Plitogénicos de valor único. Sistemas neutrosóficos con aplicaciones, 9, 24-28.

[6] Singh, PK (2021). Conjunto Plitogénico para análisis de datos multivariables. Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 1(2), 81-89.

[7] Singh, PK (2021). Análisis de datos oscuros utilizando gráficos Plitogénicos intuicionistas . Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 16(2), 80-100.

[8] Sánchez, FC, Blacio, JHA, Bracho, MGF, Santamaría, DRA y Casanova, RS (2021). Análisis estadístico neutrosófico y pPlitogénico en el desarrollo educativo. Conjuntos y sistemas neutrosóficos, 44, 223-234.

[9] Martín, N., Smarandache, F. y Broumi , S. (2021). Modelo de toma de decisiones Covid-19 mediante Plitogénico extendido Conjuntos hiperblandos con atributos dominantes duales. Revista internacional de ciencia neutrosófica, 13 (2), 75-86.

[10] Smarandache, F. (2023). Una descripción general del conjunto Plitogénico y las estructuras algebraicas

plitogénicas simbólicas . Revista de extensión y aplicaciones difusas, 4, 48-55.

[11] Smarandache, F. (2023). Introducción y avances a la probabilidad y estadística neutrosófica y a la probabilidad y estadística plitogénica y sus aplicaciones en bioinformática y otros campos (capítulo de revisión). En Inteligencia cognitiva con estadística neutrosófica en bioinformática (págs. 1-23). Prensa académica.
[12] Martin, N., Smarandache, F. y Sudha, S. (2023). Un método novedoso de toma de decisiones basado en contradicciones plitogénicas . Sistemas neutrosóficos con aplicaciones, 10, 12-24.
[13] Rezaei, A. Oner, T. Katican , T. Smarandache, F. Gandotra , N. (2022). Una breve historia de los conjuntos difusos, intuicionistas, neutrosóficos y pPlitogénicos . Revista de Revista Internacional de Ciencias Neutrosóficas, 18 (1), 99-116.
[14] Batista- Hernández, N., Leyva- Vázquez, MY, González- Caballero, E., Valencia- Cruzaty , LE, Ortega-Chávez, W. y Smarandache, F. (2021). Un nuevo método para evaluar la competencia empresarial en estudiantes universitarios utilizando números Plitogénicos y análisis FODA. Revista internacional de lógica difusa y sistemas inteligentes, 21, 280-292.
[15] Smarandache, F. (1998) Neutrosofía : probabilidad , conjunto y lógica neutrosófica : analítica síntesis & sintético análisis , técnico Informe .
[16] Jin, L., Zhang, C., Wen , X. y Christopher, GG (2020) Un método neutrosófico basado en números memético Algoritmo para el Integrado Proceso Planificación y programación Problema Con Tiempo de procesamiento incierto , IEEE Access, 8, 96628-96648.
[17] Moore, RE (1966) Análisis de intervalos, Prentice Hall, Englewood Cliffs.

Recibido: 16 de octubre de 2024. Aceptada: 10 de noviembre de 2024